

超音波によるコンクリートの凍害劣化点検技術 (表面走査法)



国立研究開発法人土木研究所

寒地土木研究所 耐寒材料チーム 遠藤 裕丈

凍害とは

コンクリートへ供給された水分の凍結によって発生する、寒冷地特有の劣化。



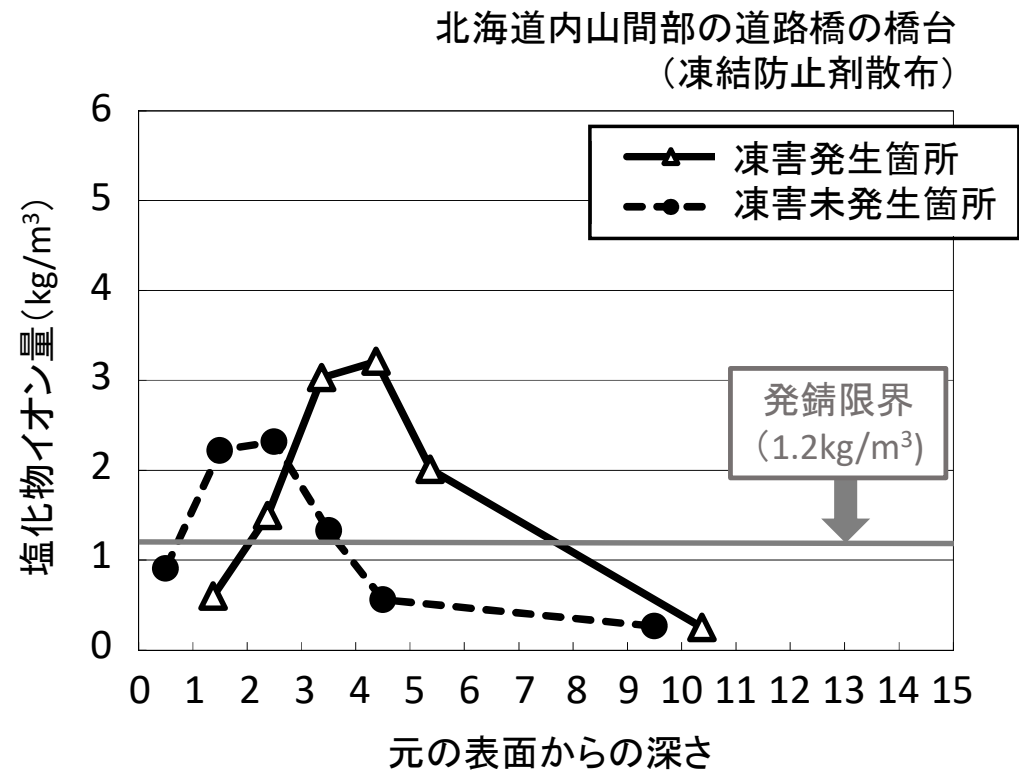
水の供給と凍結融解を受けて
いる状況



凍害を受けたコンクリート

凍害による影響(1/3) 塩化物イオン侵入

かぶりの減少や、ひび割れの進展による塩化物イオンの侵入抵抗性の低下。



川村浩二、遠藤裕丈、島多昭典: 寒冷環境下の道路橋橋台における塩化物イオンの浸透に関する一考察、第15回コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集、pp.393-398、2015.10

凍害による影響(2/3) 鋼材露出・腐食



道路橋地覆

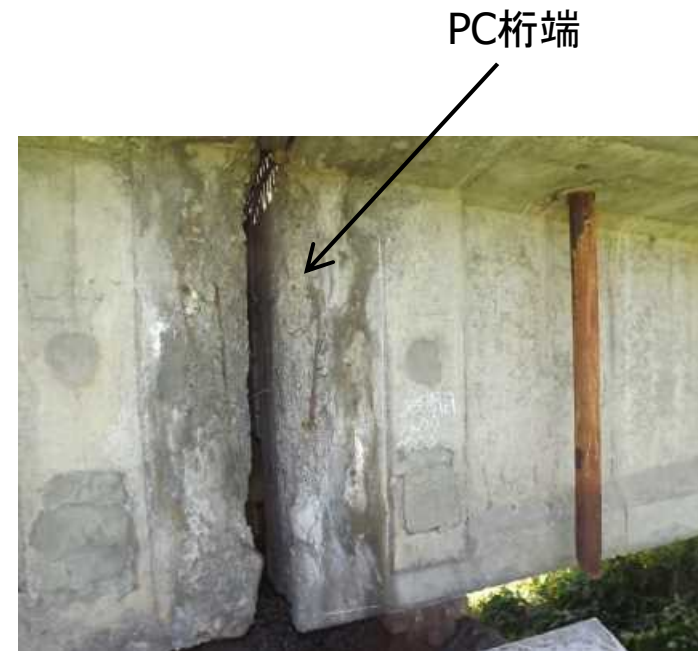


橋台

凍害による影響(3/3) 安全性



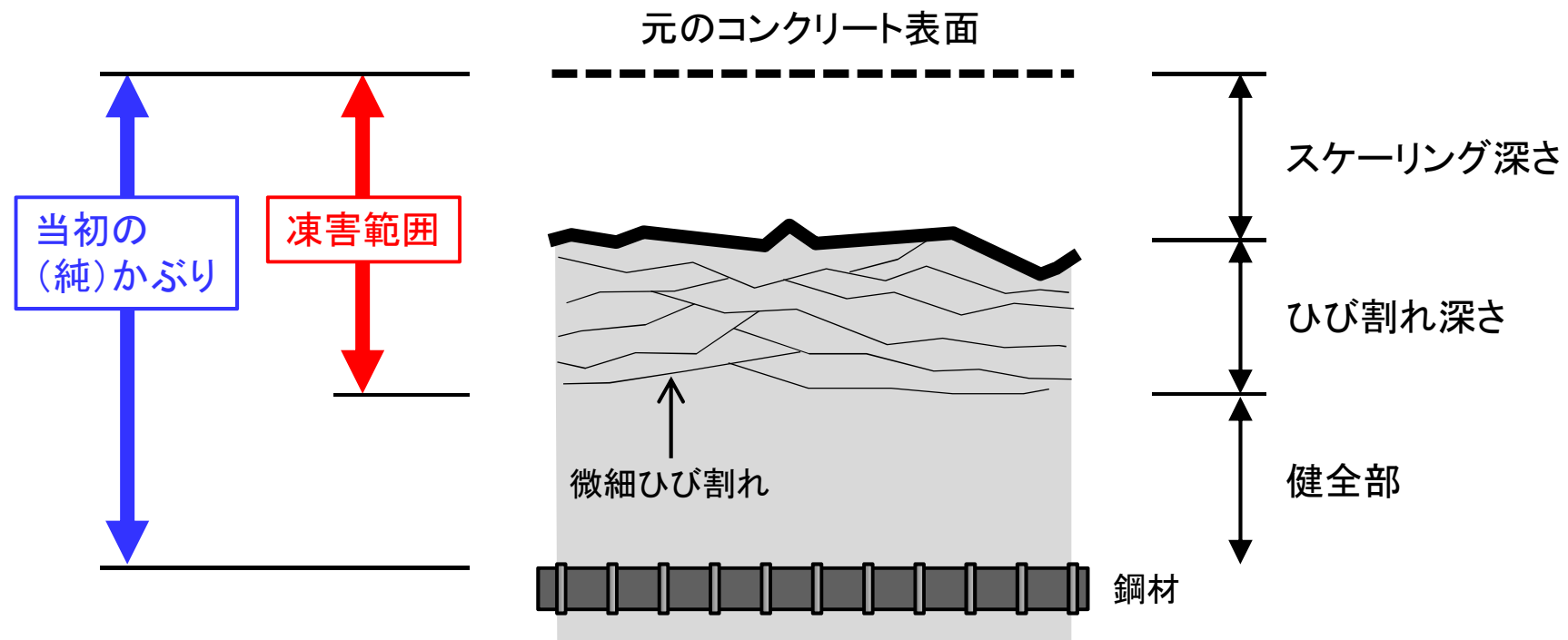
高欄支柱の露出



PC定着部への影響

凍害を受けたコンクリートの概念

スケーリング深さは、デプスゲージやノギス等で把握できる。
しかし、凍害調査では、ひび割れを含めた範囲(赤色)を評価することが大切。



一般的な凍害調査(ひび割れ)の流れ

コアを採取して超音波伝播速度を測定し、深さ方向の相対動弾性係数を調べることで評価。



コア採取



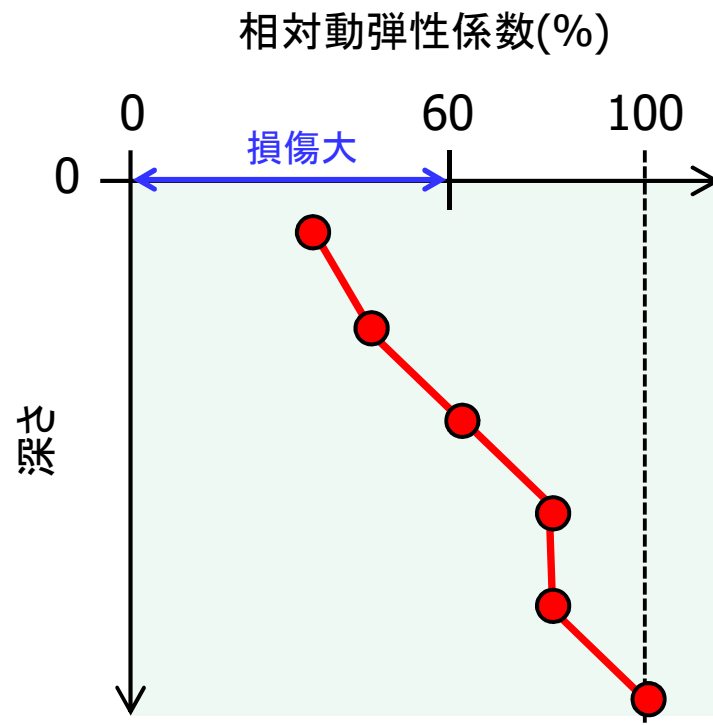
超音波伝播速度測定



相対動弾性係数を求める

相対動弾性係数とは

健全なコンクリートの動弾性係数を100として、弾性係数の低下度を表したものの。60を下回ると、凍害による損傷が大きいと判定される。



超音波伝播速度から動弾性係数を求める式

$$E_d = 4.0387V^2 - 14.438V + 20.708$$

E_d : 動弾性係数 (GPa)

V : 超音波伝播速度 (km/s)

緒方英彦、服部九二雄、高田龍一、野中資博：超音波法によるコンクリートの耐凍結融解特性の評価、コンクリート工学年次論文集、Vol.24、No.1、pp.1563-1568、2002.6

研究のきっかけ

コア採取の短所

- ✓ 部材や鋼材の損傷。
- ✓ 作業時間や負担の増加。
- ✓ ピンポイントの情報しか得られず。

部材広範囲における大凡の傾向を
非破壊で簡便に診断できないか？

コア採取するとしても・・・

- ✓ ひび割れが大きい箇所で行いたい。
(安全に評価するため)

最適なコア採取箇所はどこか、
わかる方法はないか？



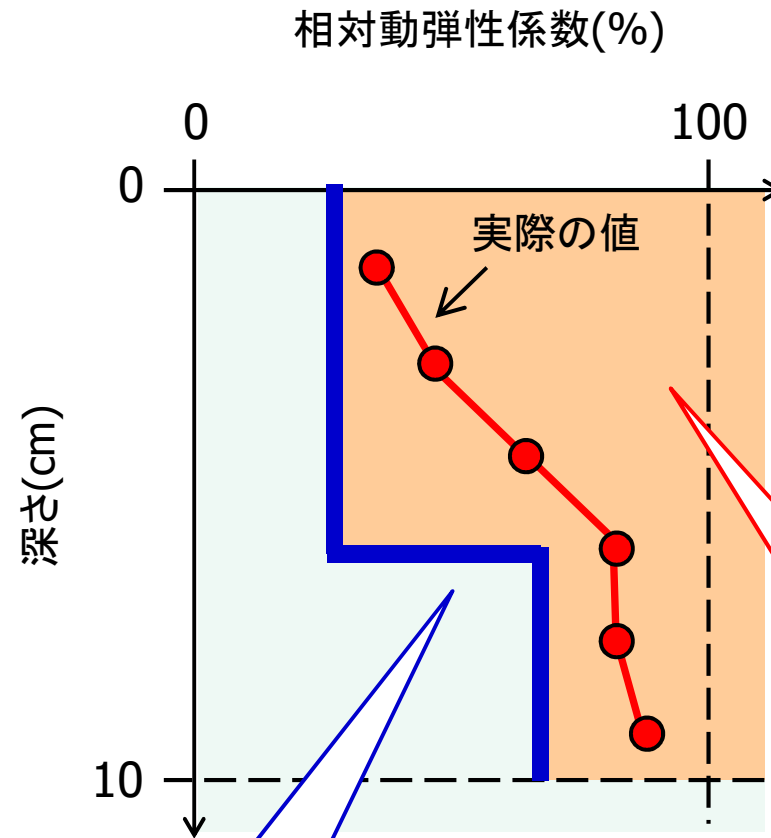
表面走査法

コンクリート表面に超音波の発・受振子をあてることにより、凍害の程度・範囲を非破壊で推定する技術。



表面走査法による調査状況

表面走査法から得られる情報



表面走査法で得られる結果

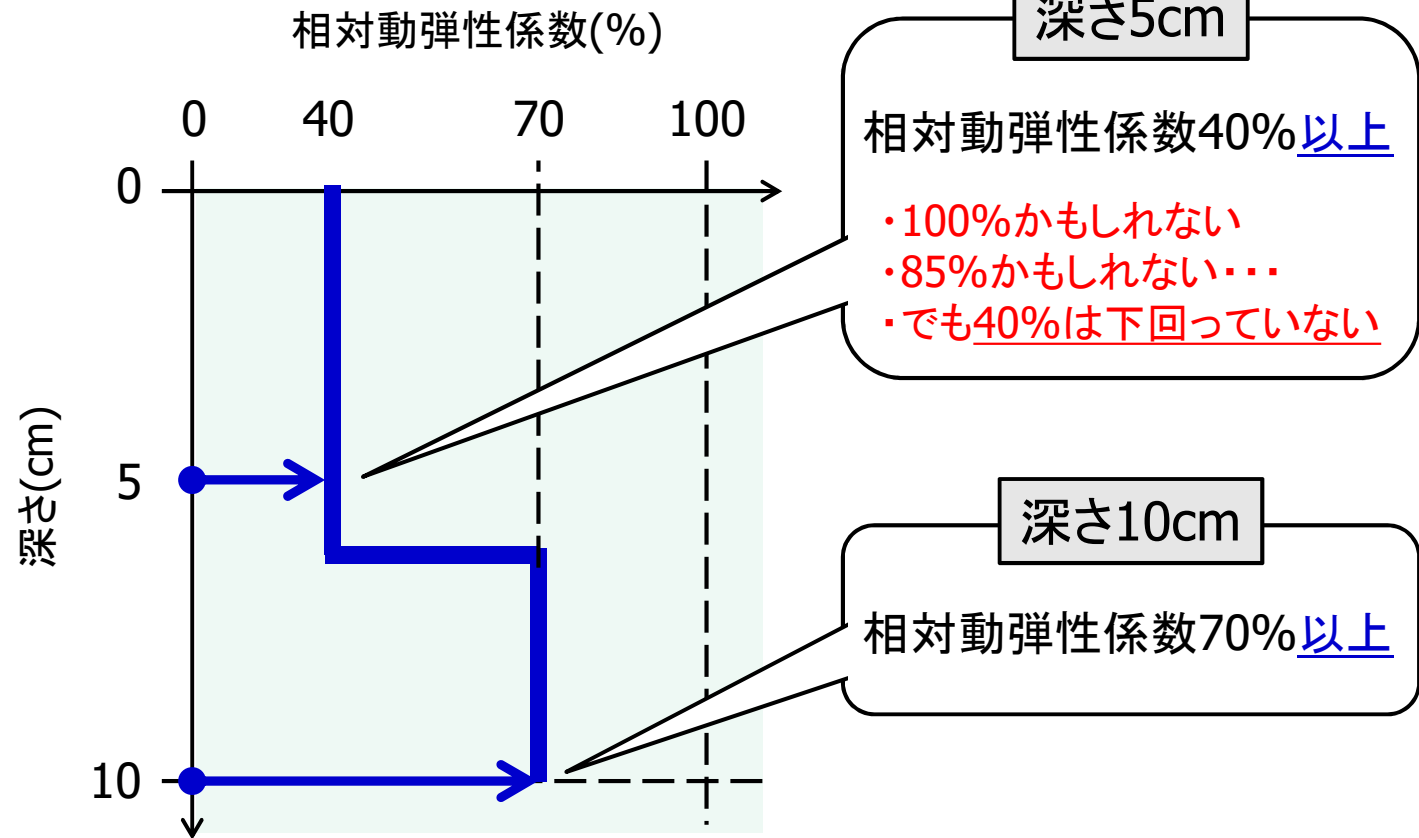
評価

相対動弾性係数の真値(実際の値)は、この領域に存在

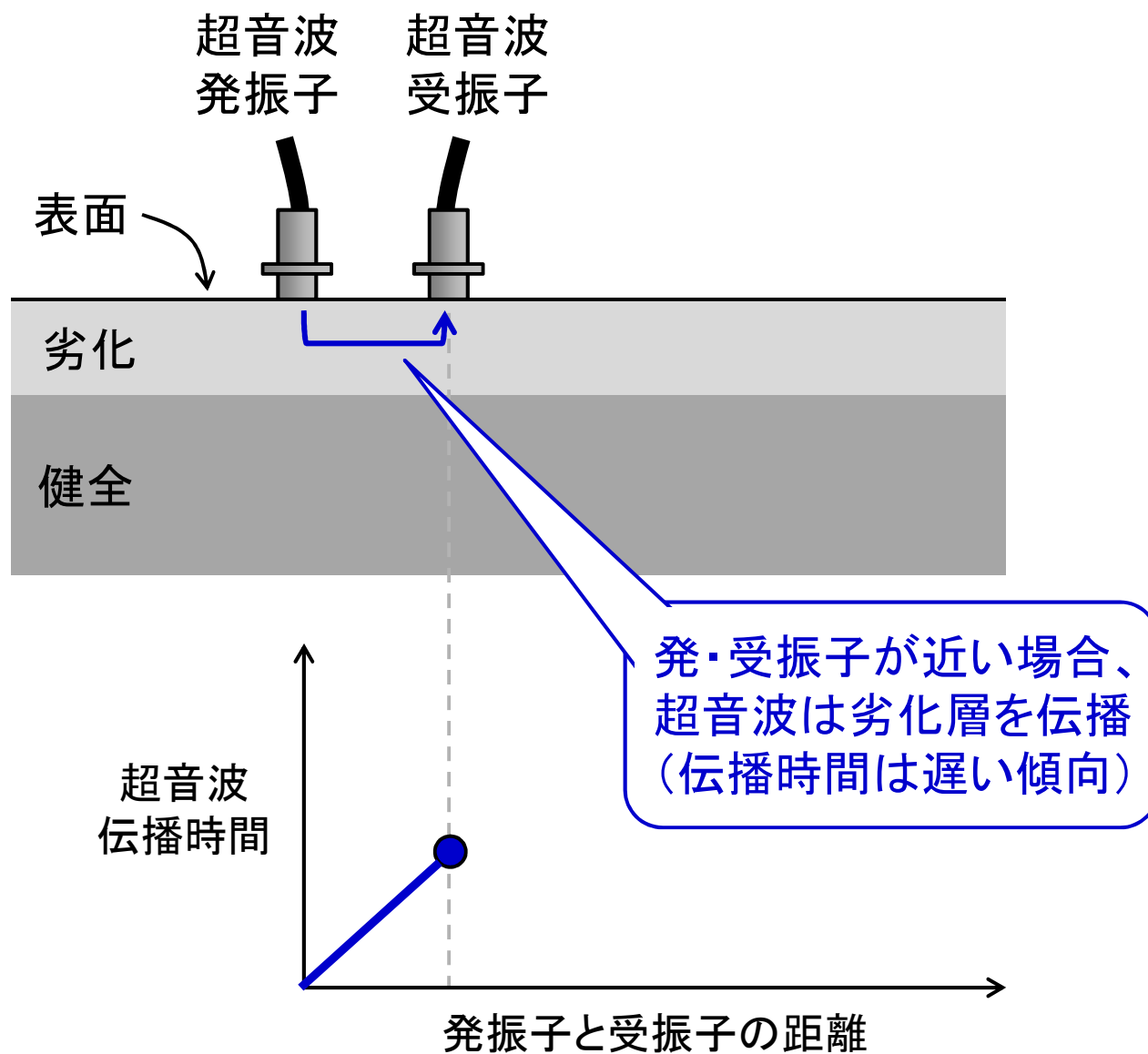
※真値を特定する技術ではありません

表面走査法から得られる情報

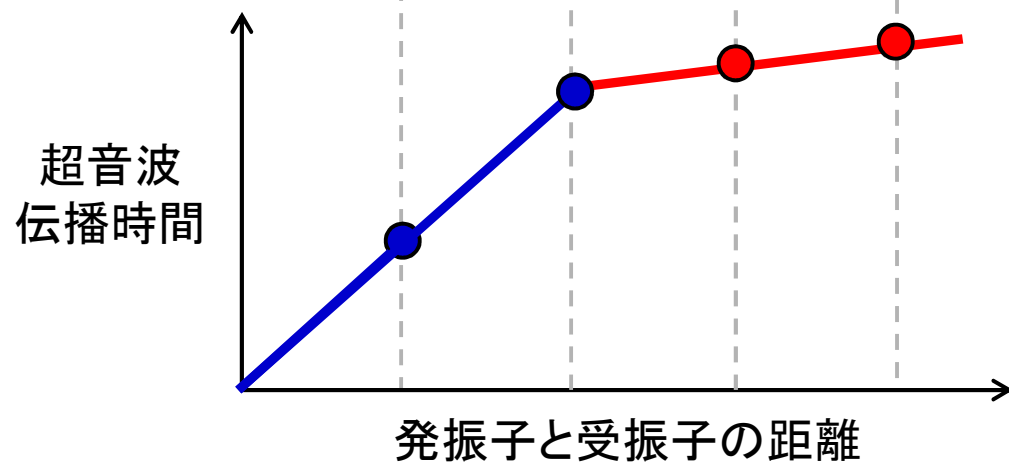
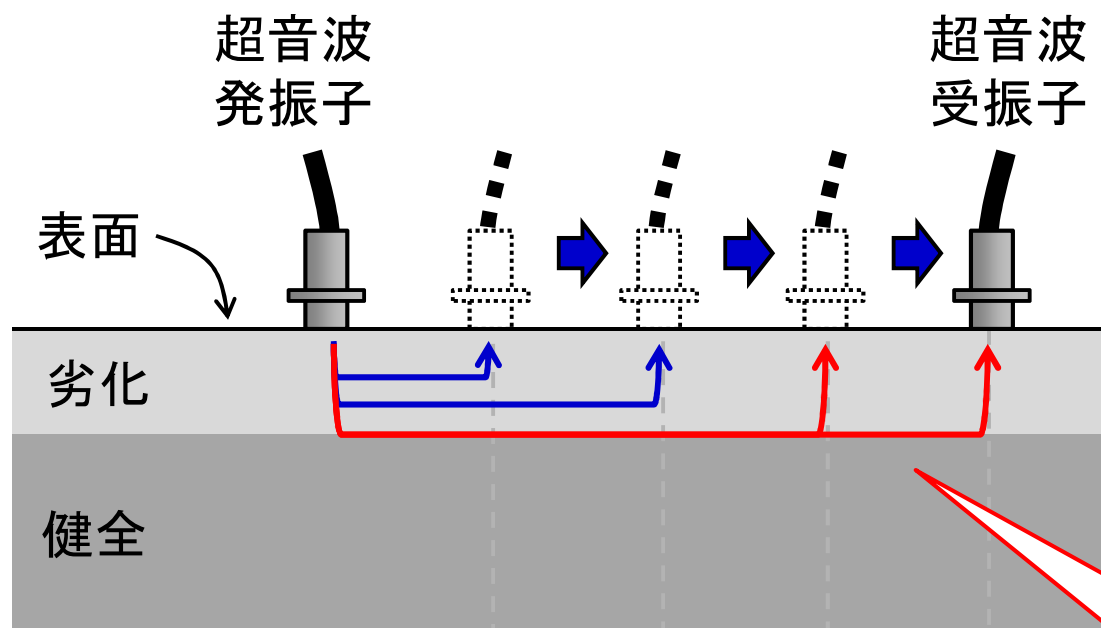
例



表面走査法の仕組み

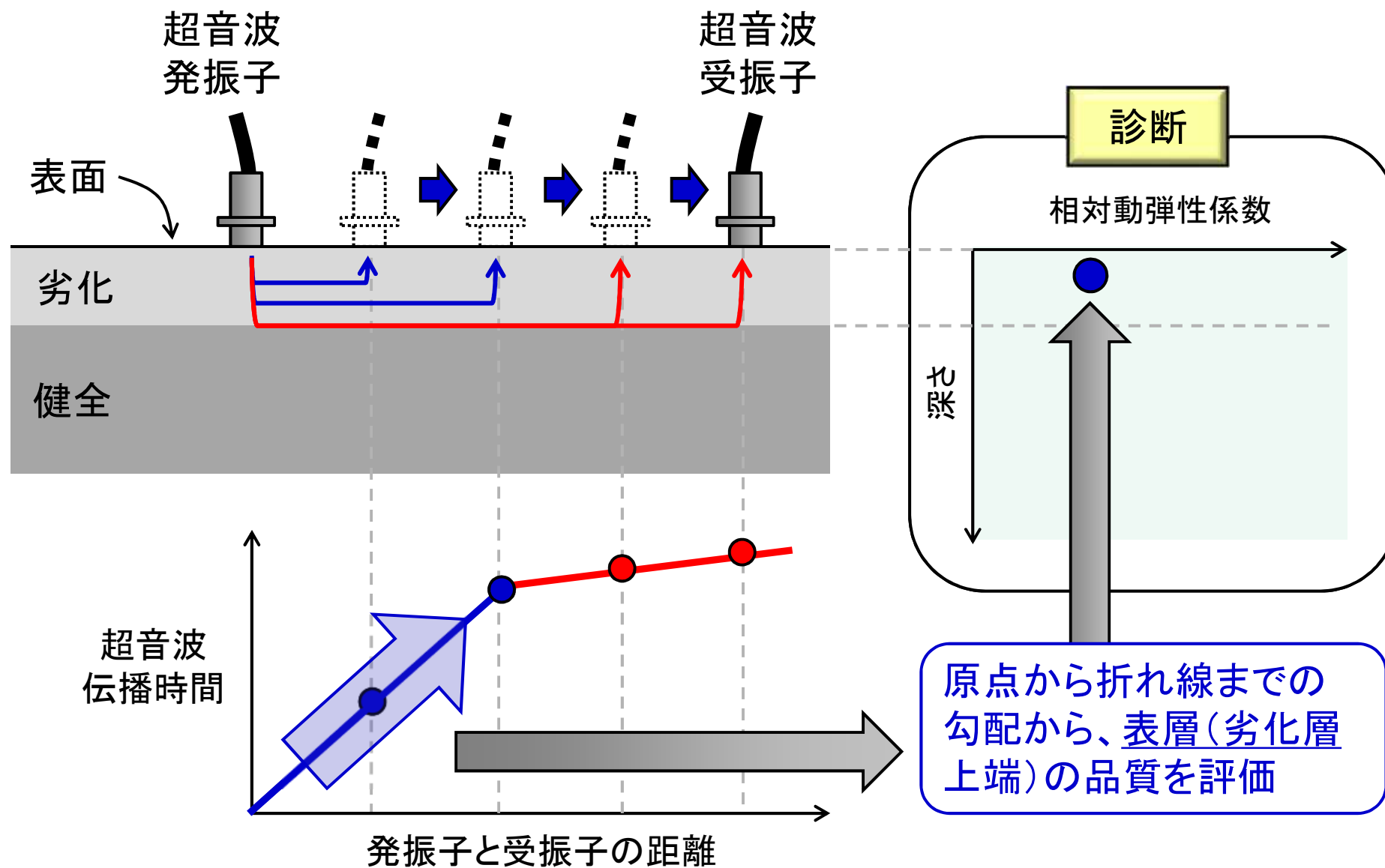


表面走査法の仕組み

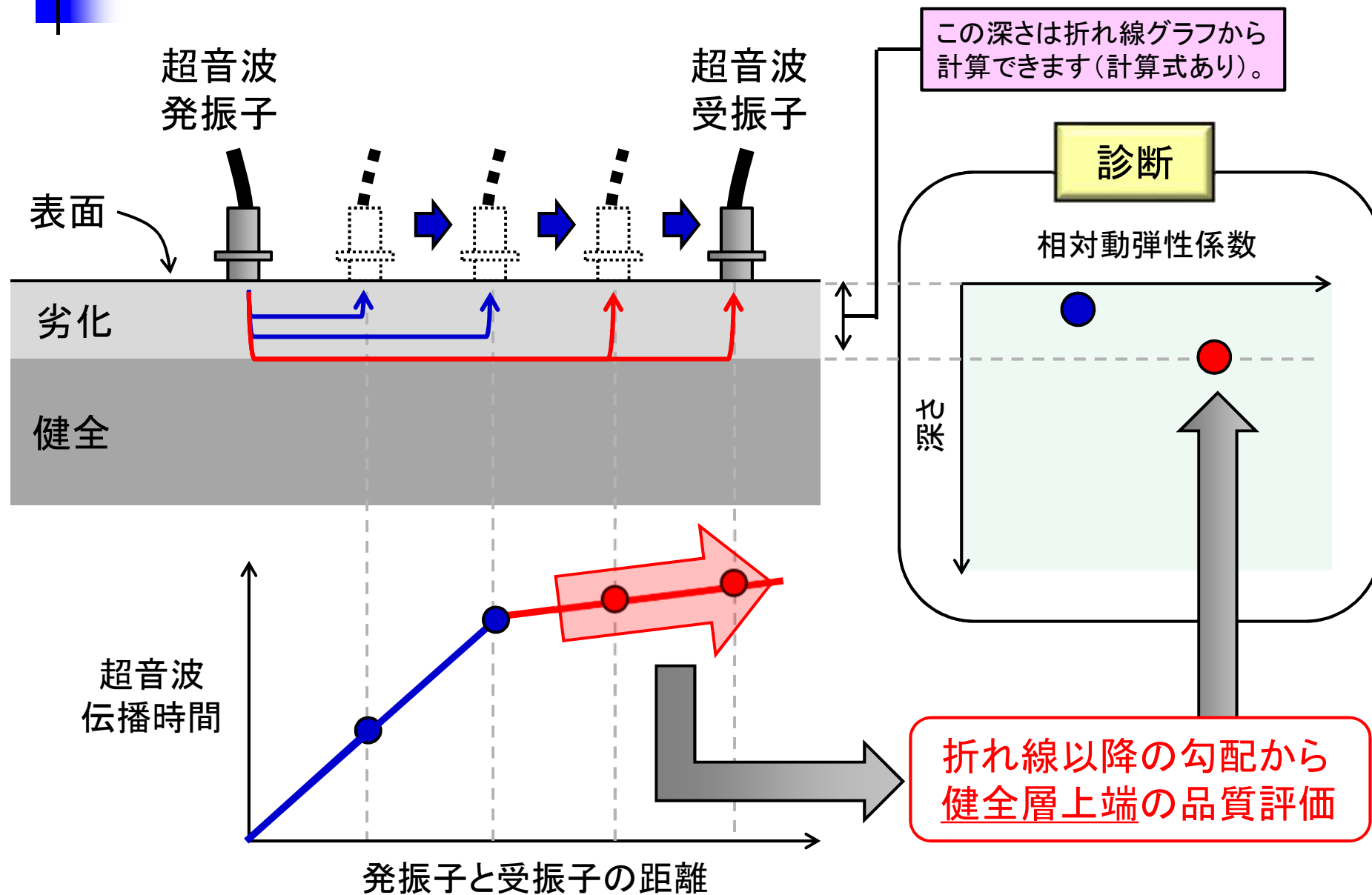


受振子を遠ざけていくと、
超音波は健全層を伝播
(伝播速度が速まり、
早く到達するようになる)

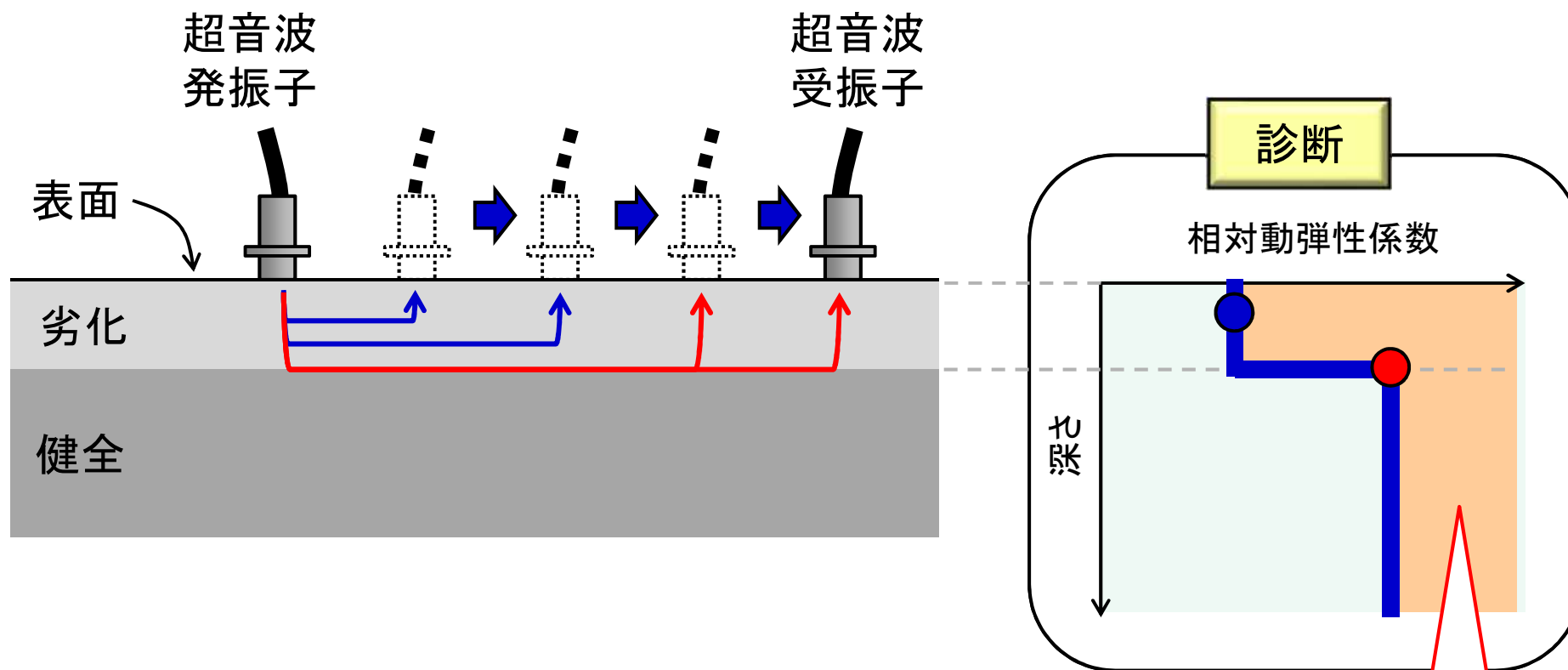
表面走査法の仕組み



表面走査法の仕組み



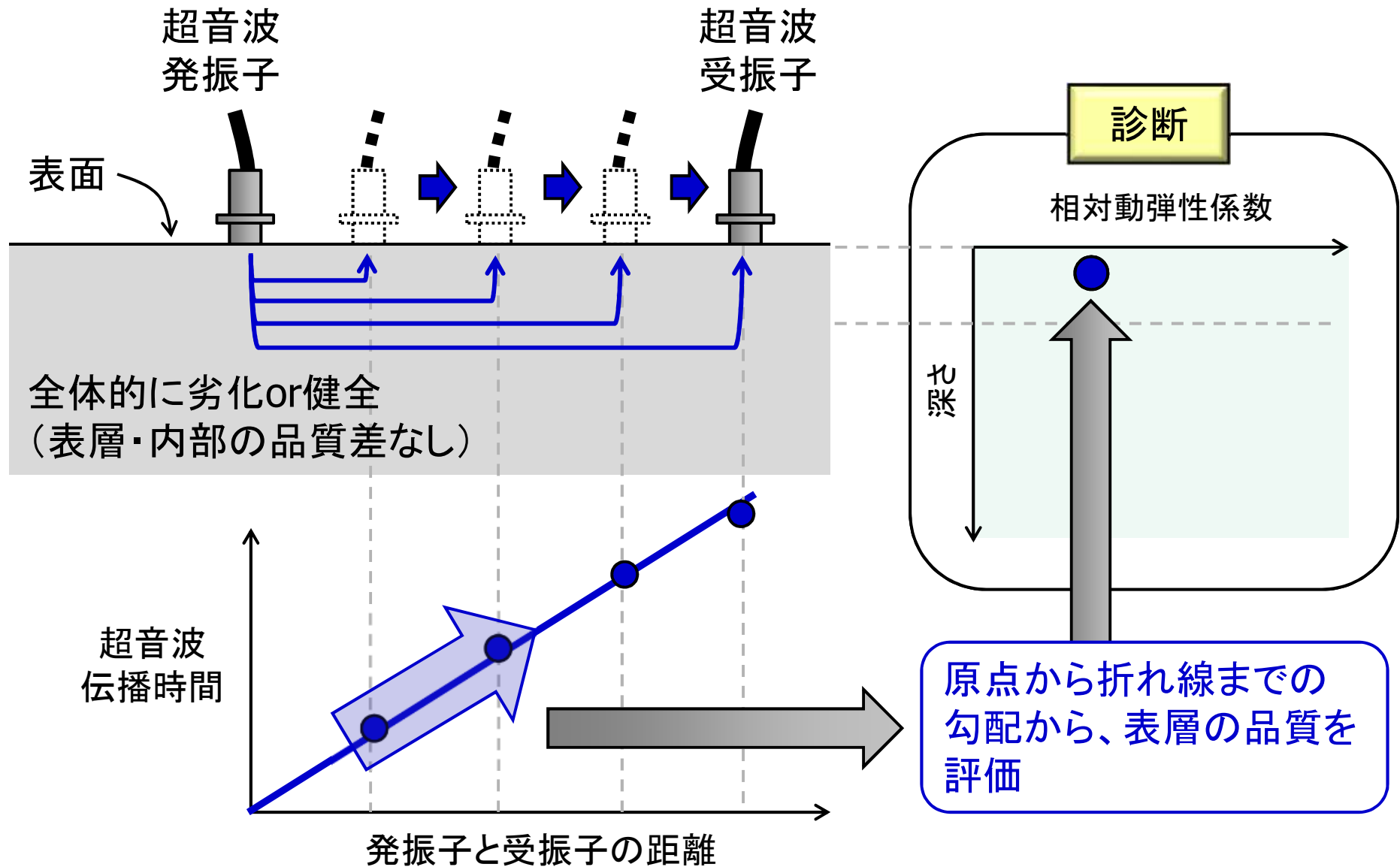
表面走査法の仕組み



相対動弾性係数の真値(実際の値)は、この領域に存在

発・受振子間の距離と伝播時間の関係が 明確な折れ線にならない場合

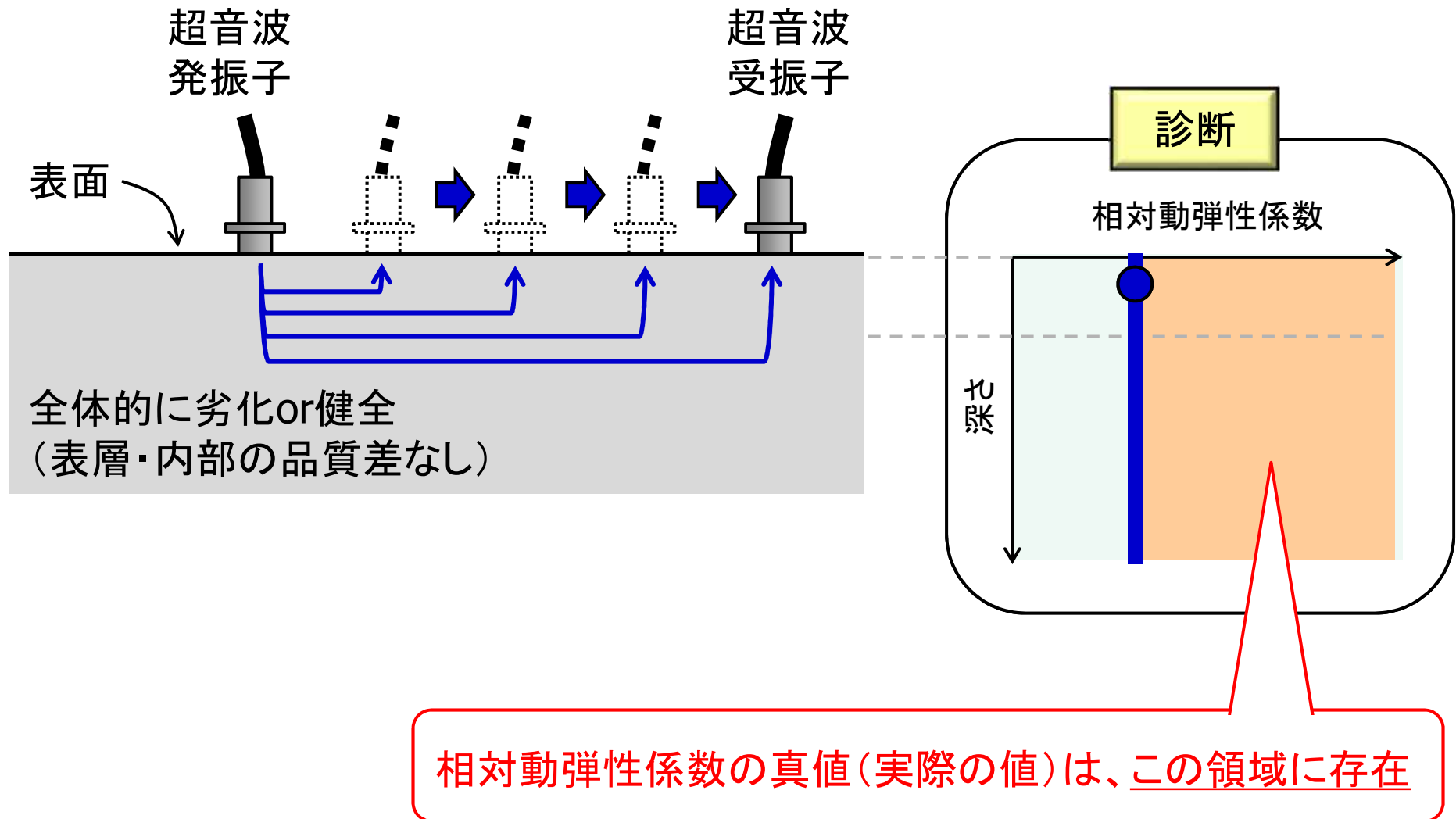
17
29



発・受振子間の距離と伝播時間の関係が 明確な折れ線にならない場合

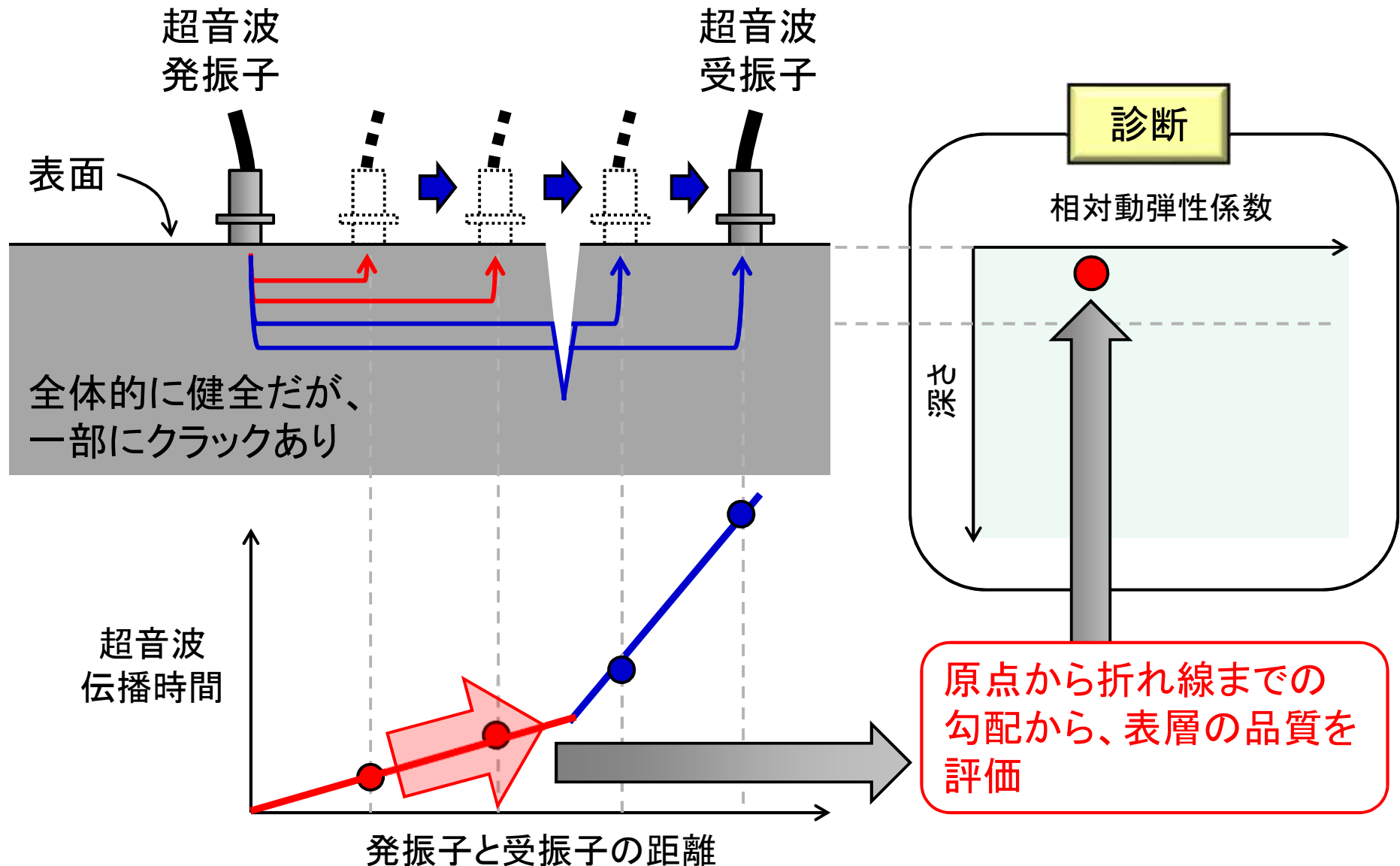
18

29



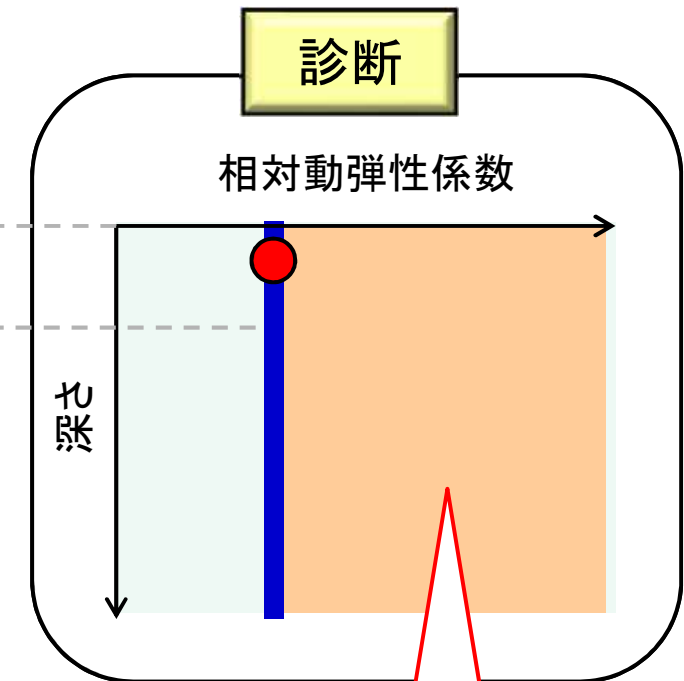
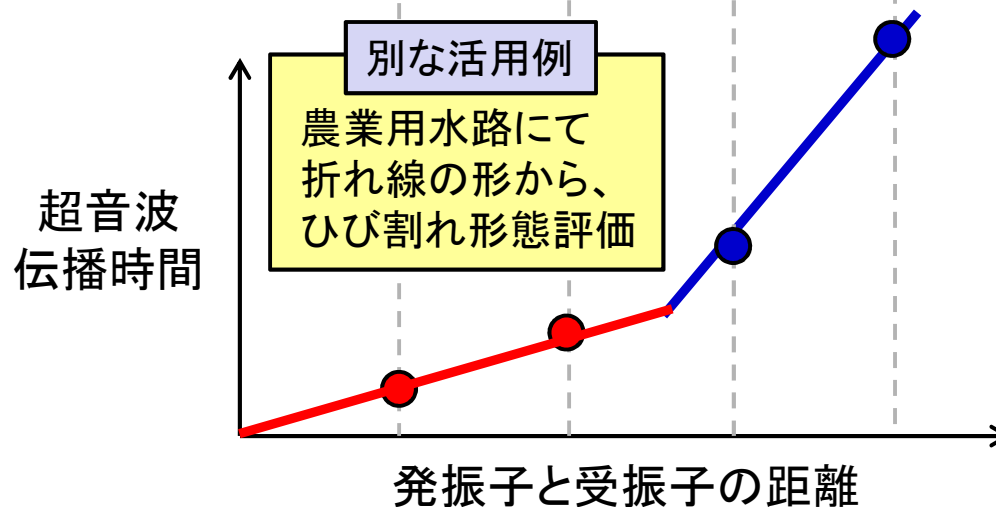
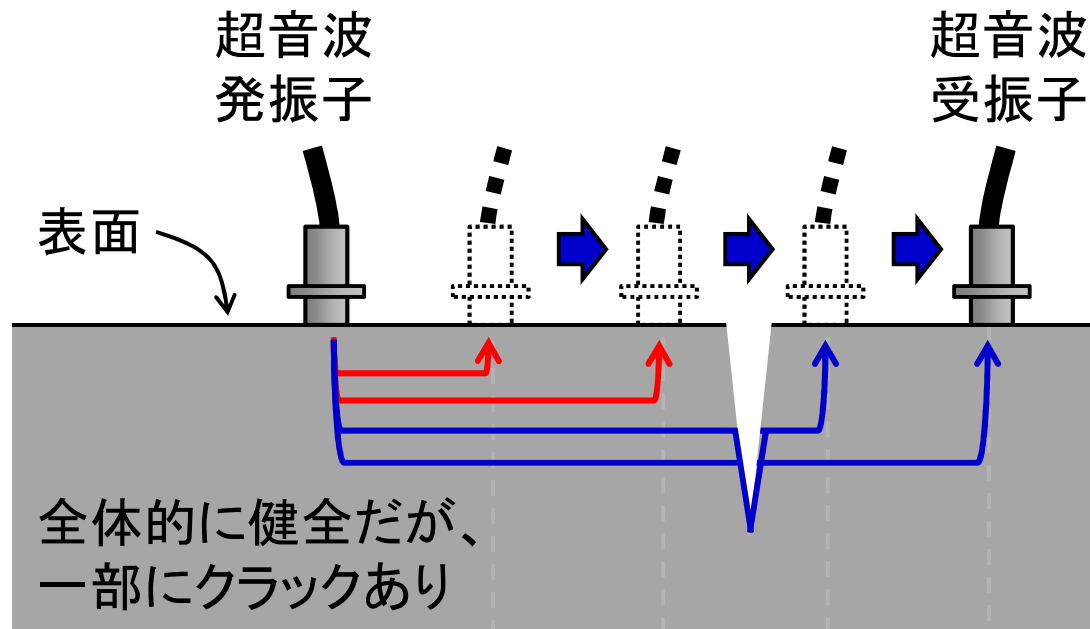
発・受振子間の距離と伝播時間の関係が 逆向きの折れ線になる場合

19
29



発・受振子間の距離と伝播時間の関係が 逆向きの折れ線になる場合

20
29



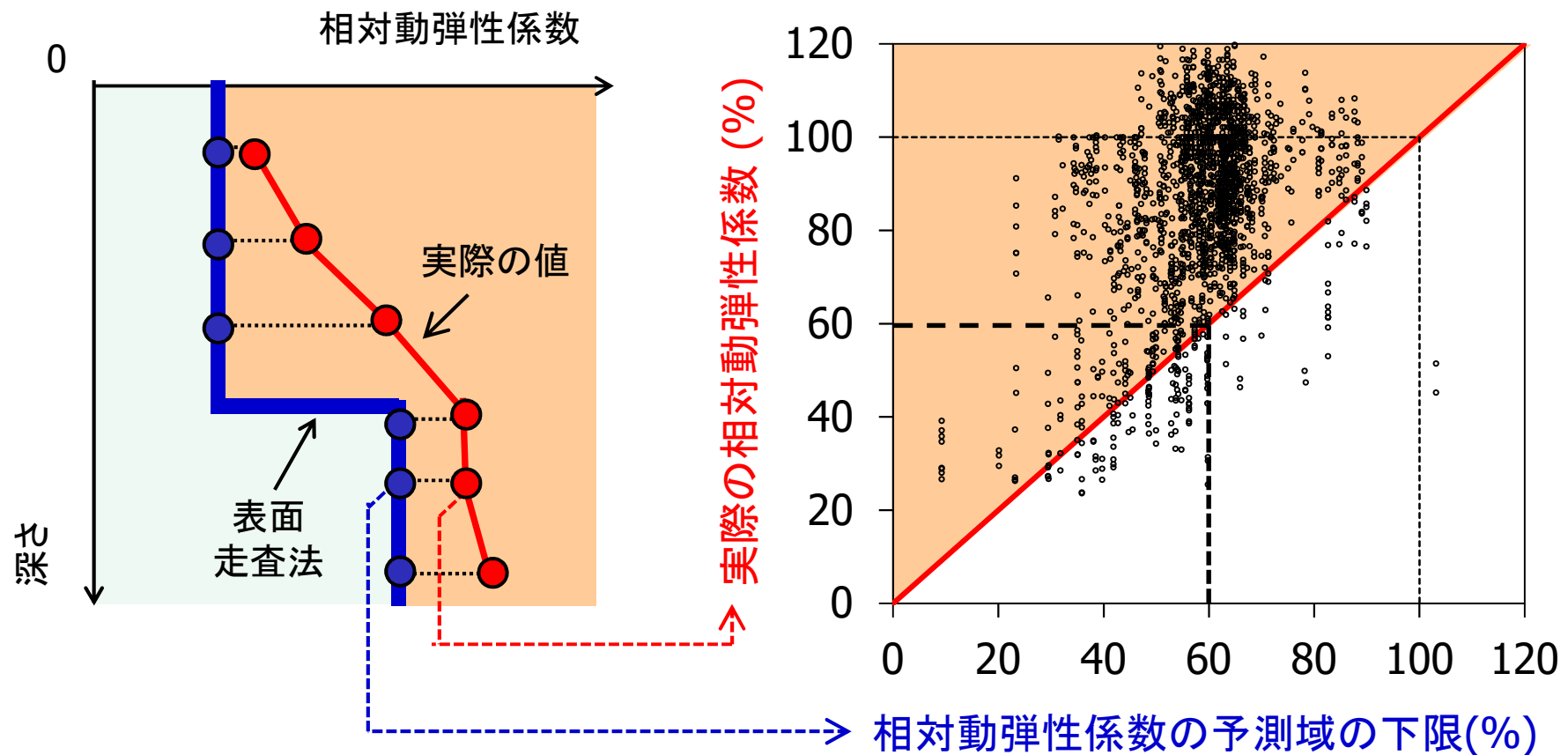
相対動弾性係数の真値
(実際の値)は、この領域
に存在

表面走査法の結果と実際の値との比較 (室内実験、北海道内の道路橋)

21

29

表面走査法の結果と実際の相対動弾性係数を同じ深さ同士で比較。

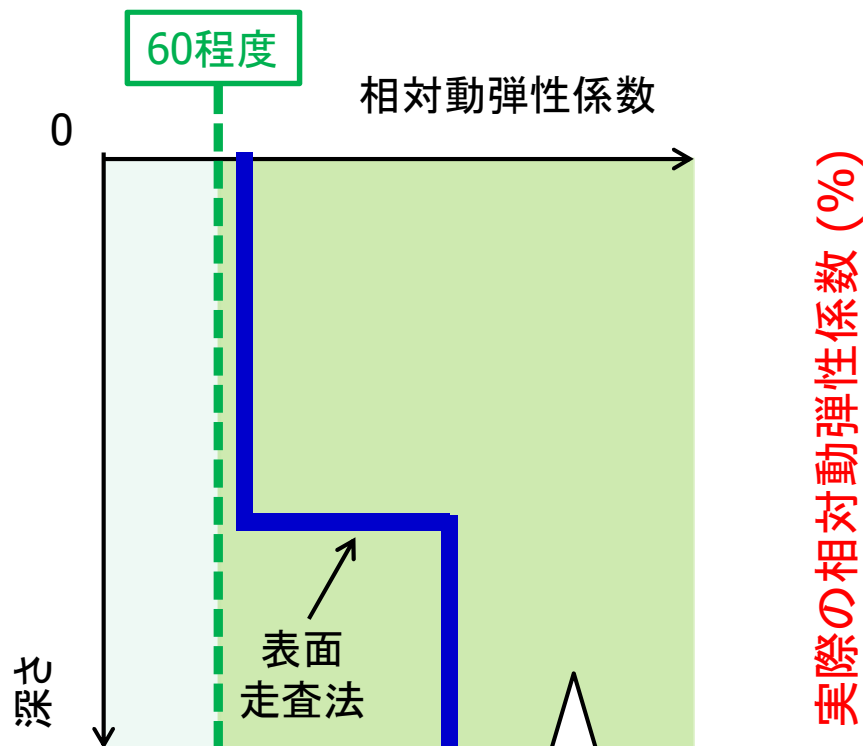


多くのデータがオレンジ域にプロット → 真値の存在域を適切に判断

表面走査法の結果と実際の値との比較 (室内実験、北海道内の道路橋)

22

29

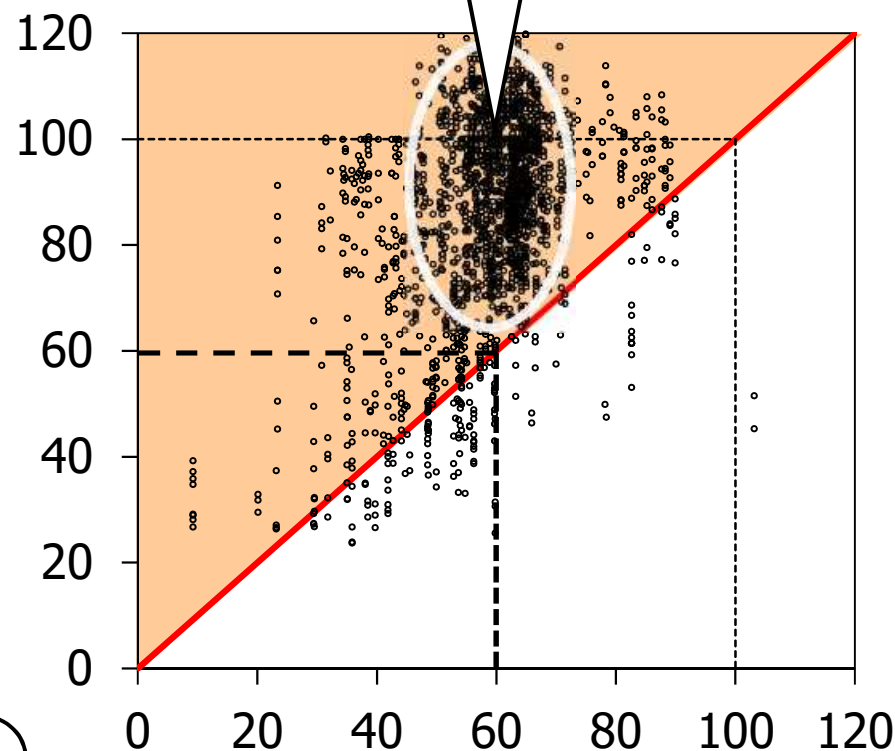


表面走査法で得た情報が
の域にある範囲は、
健全(劣化は軽微)と評価

健全!



表面走査法の結果が60程度以上であれば
実際は健全(劣化は軽微)と評価できる。

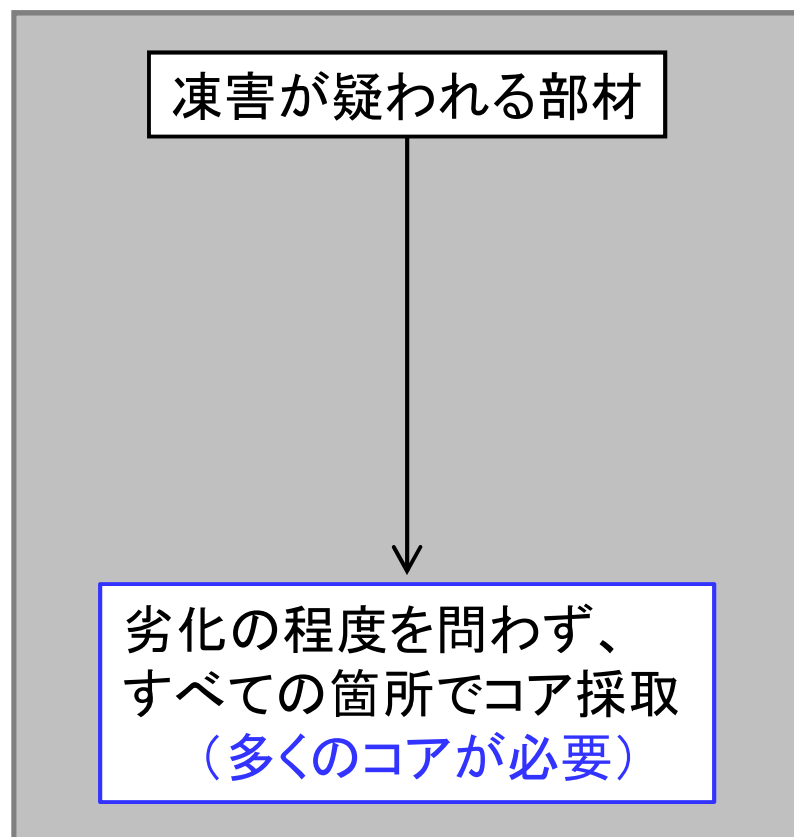


相対動弾性係数の予測域の下限(%)

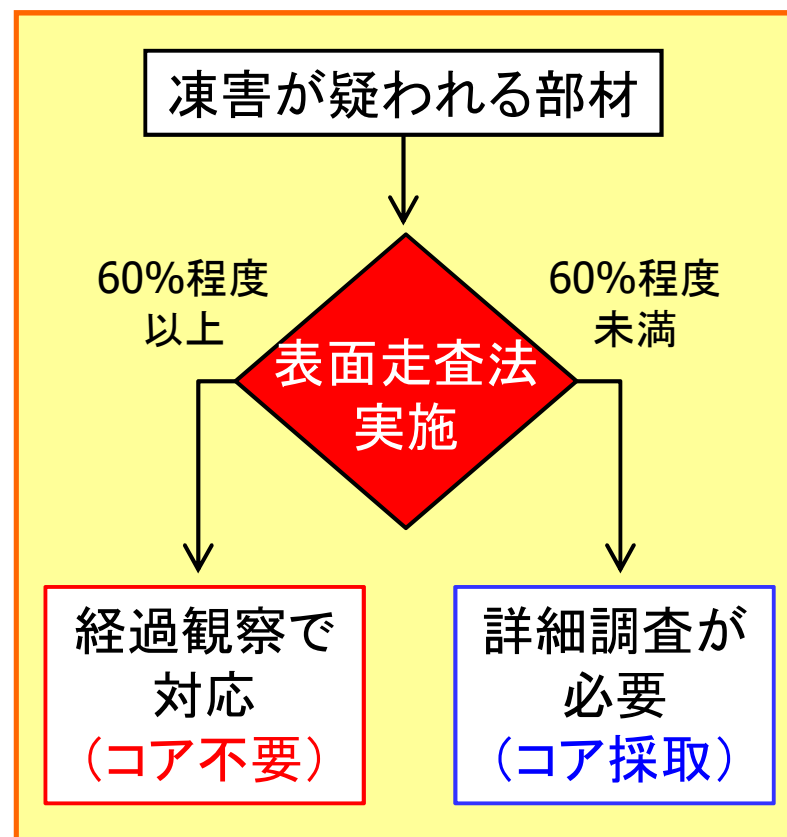
部材損傷の最小化、作業の省力化が期待

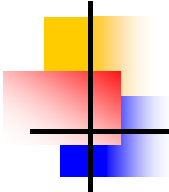
23
29

現状



表面走査法を適用





調査費用の縮減が期待

調査例

北海道内72箇所^①の構造物で表面走査法を実施し、
33箇所^②で鉄筋位置の相対動弾性係数が60%以下の可能性。

		現状 (全箇所コア採取)	表面走査法	
数量	超音波(表面走査)	0点	$72 \times 8 = 576$ 点	1箇所8点
	コア採取	72孔	33孔	
	孔穴補修	72孔	33孔	
	超音波(採取コア)	$72 \times 10 = 720$ 点	$33 \times 10 = 330$ 点	深さ10cmまで1cm毎測定(1孔10点)
調査費用		1.00	0.55	損料・賃料、間接費(旅費)等は含まない

本技術がお役立ただけける場面の例

凍害が発生している部材の断面補修に際し、表面直下における凍害劣化部と健全部の境界の把握。



断面補修範囲を
適切に選定

この部分のコンクリートは
「凍害が軽微」と判断していい
か？（除去せずに残していい
のか）を非破壊で評価。

耐寒材料チームのHPで無料公開・配布 (マニュアル、データ整理用Excel)

26

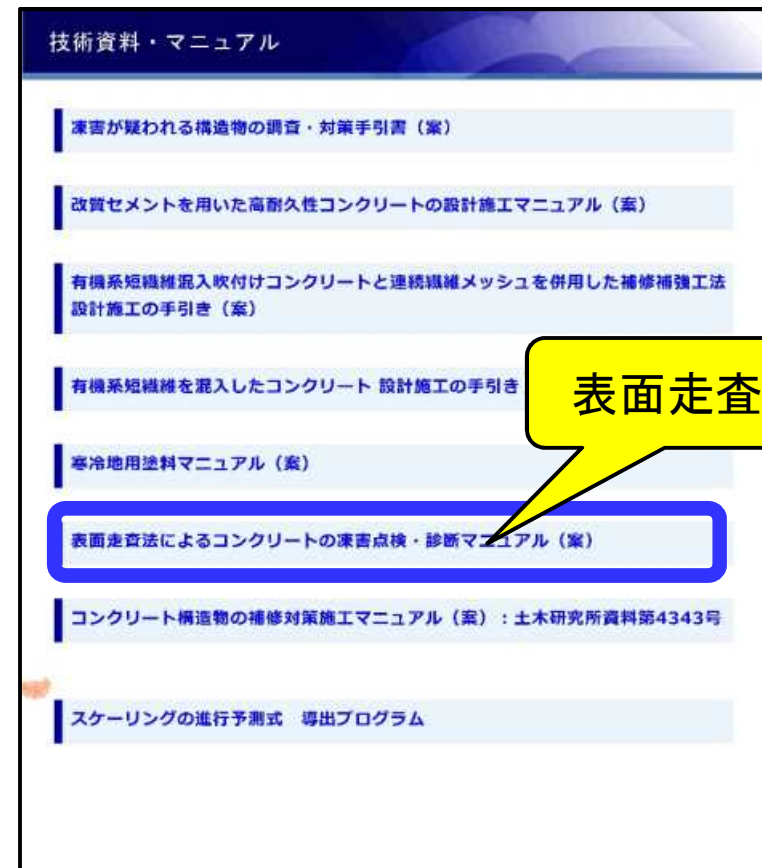
29

耐寒材料チームのHP



<http://zairyo.ceri.go.jp/>

クリック



表面走査法

[illegible]

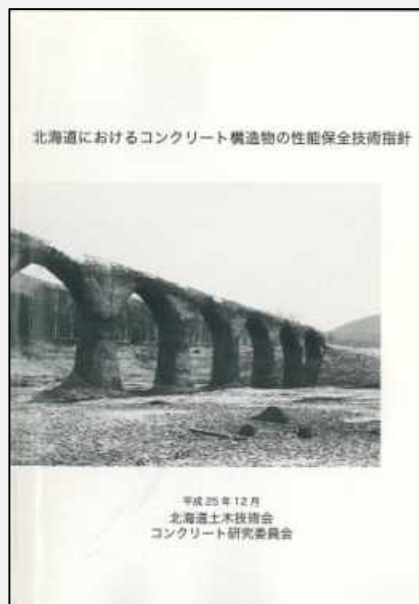
成果の社会還元、実績(相談含む)

成果の社会還元

下記の手引き、指針において紹介。



凍害が疑われる構造物
の調査対策・手引書(案)



北海道におけるコンクリート
構造物の性能保全技術指針

実績

道路橋、農業用水路、
電力ダムなど。



道路橋地覆での凍害調査
(建設部からの技術相談により実施)

- 部材広範の凍害の状態(ひび割れの発生形態)を非破壊で推定したい。
- 凍害調査に必要なコアの採取箇所を合理的に選定したい。



このようなときは、本技術に関心をお寄せいただけると幸甚です。



お問い合わせ先

寒地土木研究所、
耐寒材料チーム
電話:011-841-1719
担当:島多、菊田、遠藤

ご静聴ありがとうございました